



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 2 月 2 4 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 3 7 2 5 2 5  
Application Number:

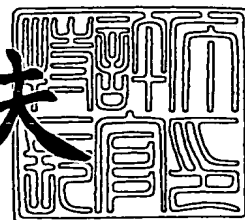
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 2 - 3 7 2 5 2 5 ]

出 願 人                      昭和電線電纜株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 9 月 1 9 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 7 4 9 6

【書類名】 特許願

【整理番号】 SW2002132

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 6/255

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市川崎区小田栄2丁目1番1号  
昭和電線電纜株式会社内

【氏名】 中村 菜穂子

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市川崎区小田栄2丁目1番1号  
昭和電線電纜株式会社内

【氏名】 白石 恵子

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市川崎区小田栄2丁目1番1号  
昭和電線電纜株式会社内

【氏名】 村瀬 知丘

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市川崎区小田栄2丁目1番1号  
昭和電線電纜株式会社内

【氏名】 大根田 進

【特許出願人】

【識別番号】 000002255

【氏名又は名称】 昭和電線電纜株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077584

【弁理士】

【氏名又は名称】 守谷 一雄

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100106699

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 渡部 弘道

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014384

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

**【書類名】 明細書****【発明の名称】 スポットサイズ変換用光ファイバ部品及びその製造方法****【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 コア径の異なる光ファイバ同士のスポットサイズを変換するための光ファイバ部品であって、前記光ファイバ部品は光の入出射端面を有するコア径の大きい光ファイバ、前記コア径の大きい光ファイバとコア径の小さい光ファイバとが融着接続された接続部、前記接続部近傍において前記コア径の小さい光ファイバのコア径が拡大されたスポットサイズ変換部及びコア径の小さい光ファイバが配置されていることを特徴とするスポットサイズ変換用光ファイバ部品。

【請求項 2】 前記スポットサイズ変換部における屈折率分布が前記光ファイバの長手軸方向に連続的に変化し、前記コア径が大きい光ファイバとコア径が小さい光ファイバのスポットサイズが前記接続部において整合していることを特徴とする請求項 1 記載のスポットサイズ変換用光ファイバ部品。

【請求項 3】 前記スポットサイズ変換部の前記接続部における比屈折率差がコア径の大きい光ファイバの比屈折率差と実質的に同一の比屈折率差を有していること特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載のスポットサイズ変換用光ファイバ部品。

【請求項 4】 前記光ファイバ部品はフェルール内部に前記コア径の大きい光ファイバ、接続部、スポットサイズ変換部及びコア径の小さい光ファイバが共に配置されたものであること特徴とする請求項 1 から請求項 3 までのいずれかの請求項に記載のスポットサイズ変換用光ファイバ部品。

【請求項 5】 コア径の異なる光ファイバ同士のスポットサイズを変換するための光ファイバ部品の製造方法であって、コア径の大きい光ファイバとコア径の小さい光ファイバを融着接続して接続部とし、前記接続部近傍を加熱してコア径の小さい光ファイバに含有されているドーパントを拡散させることにより前記コア径を拡大してスポットサイズ変換部を形成し、しかる後コア径の大きい光ファイバの任意の位置を切断して前記切断面を光の入出射端面として前記コア径の大きい光ファイバ、接続部、スポットサイズ変換部及びコア径の小さい光ファイバ

と共に前記光ファイバ部品の内部に配置するようにしたことを特徴とするスポットサイズ変換用光ファイバ部品の製造方法。

【請求項6】 前記ドーパントを加熱拡散させてコア径の小さい光ファイバの前記コア径を拡大してスポットサイズ変換部を形成する場合、前記スポットサイズ変換部における屈折率分布が前記光ファイバの長手軸方向に連続的に変化させ、前記コア径が大きい光ファイバとコア径が小さい光ファイバのスポットサイズが前記接続部において整合するまで前記接続部近傍を加熱することを特徴とする請求項5記載のスポットサイズ変換用光ファイバ部品の製造方法。

1 【請求項7】 前記ドーパントを加熱拡散させてコア径の小さい光ファイバの前記コア径を拡大してスポットサイズ変換部を形成する場合、前記スポットサイズ変換部の比屈折率差が前記接続部において前記コア径の大きい光ファイバの比屈折率差と実質的に同一の比屈折率差になるまで加熱を行うことを特徴とする請求項5または請求項6記載のスポットサイズ変換用光ファイバ部品の製造方法。

【請求項8】 前記ドーパントを拡散させてコア径の小さい光ファイバの前記コア径を拡大してスポットサイズ変換部を形成する場合、前記接続部の接続損失を監視しながら加熱を行うことを特徴とする請求項5から請求項7までのいずれかの請求項に記載のスポットサイズ変換用光ファイバ部品の製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、スポットサイズ変換用光ファイバ部品及びその製造方法に関し、特にコア径の異なる光ファイバ同士を接続して構成するスポットサイズ変換のためのスポットサイズ変換用光ファイバ部品及びその製造方法に係る。

##### 【0002】

#### 【従来の技術】

近年の通信ネットワークの進展に伴い光ファイバ通信網が急速に整備されている。光ファイバ通信網は基本的に屋外の光ファイバケーブルと屋内の機器等に配線されている光ファイバとを接続することで構成されている。通信ネットワークの需要がますます高まる状況においては光ファイバの高密度実装が必然とな

り、例えば機器内配線等はどうしても光ファイバの本数が増えるために光ファイバの省スペース収納、配線が大きな関心事になってきている。

#### 【0003】

多数の光ファイバを限られたスペースに収納、配線するためには光ファイバを小さな曲率半径で曲げることが必要になってくる。ところが光ファイバを小さな曲率半径で曲げると光が漏洩しやすくなり、通信ネットワーク全体の品質を低下させてしまう。

#### 【0004】

そこで、小さな曲率半径で曲げても光が漏洩しにくくなるように、通信ネットワークに用いられる通常の光ファイバであるシングルモードファイバよりもコアとクラッドの間の屈折率差、すなわち比屈折率差 $\Delta$ を大きくした、いわゆる高 $\Delta$ 光ファイバ（シングルモードファイバ）が使用されるようになってきている。この高 $\Delta$ 光ファイバの比屈折率差 $\Delta$ は通常の光ファイバの比屈折率差 $\Delta$ が0.3%程度であるのに対して0.5~2.5%となっている。このように非屈折率差を大きくすると、コア径が小さくなるため、スポットサイズも小さくなる。ここでスポットサイズとは、光導波路内の伝搬モードの電磁界分布、即ち界分布の広がりを表すパラメータで、モードフィールド径ともいう。

#### 【0005】

しかし、このような高 $\Delta$ 光ファイバも最終的には光ファイバケーブルを構成する通常の光ファイバと接続する必要がある。その結果、コア径の違い、ひいてはスポットサイズの違いにより接続部において不整合が生じるために大きな接続損失を引き起こすこととなる。例えば通常の光ファイバとその約2分の1のスポットサイズの高 $\Delta$ 光ファイバをコネクタ等により突き合わせ接続するとスポットサイズの違いにより2 dB程度の大きな接続損失が生じる。

#### 【0006】

このような通常の光ファイバと高 $\Delta$ 光ファイバとの接続部での不整合を解消するために、通常の光ファイバと高 $\Delta$ 光ファイバを融着接続した後に高 $\Delta$ 光ファイバを加熱することによってファイバ中のドーパントを拡散させてコア径を拡大して最適なスポットサイズが得られるようにした技術や高 $\Delta$ 光ファイバを加熱する

ことによってファイバ中のドーパントを拡散させてコア径を拡大して最適なスポットサイズが得られるようにした後に拡大したコア径の部分を切断してから通常の光ファイバと融着接続する技術が知られている（例えば、特許文献1参照）。

#### 【0007】

また、拡大した部分を切断し、その切断面を入出射端面となるように光コネクタに装着して通常の光ファイバと接続する技術も知られている（例えば、特許文献2参照）。

#### 【0008】

##### 【特許文献1】

特許第2618500号公報

##### 【特許文献2】

特許第2619130号公報

#### 【0009】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記のような従来の技術には、次のような解決すべき課題があった。

#### 【0010】

即ち、特許文献1や特許文献2には高 $\Delta$ 光ファイバのコア径を拡大した後に拡大部分を切断して通常の光ファイバと接続する技術が記載されているが、最適なスポットサイズが得られるように切断個所を定める場合、接続損失は接続した後に確認されるので、切断時には切断個所が必ずしも最適なスポットサイズが得られる個所かどうか判断することが難しく、高精度な切断技術及び経験が必要であるという問題点があった。

#### 【0011】

また、光ファイバを加熱することによりコア径を拡大する場合に、加熱条件によって拡大されたコア径にばらつきが生じる場合があり、多数本の光ファイバのコア径を拡大する場合に常に同一の個所で切断することは不可能で、多数本の光ファイバのスポットサイズを安定して最適化することが難しいという問題点もあった。

## 【0012】

さらに、コア拡大部を入出射端面として光コネクタに装着する場合、最適なスポットサイズを得るために入出射端面の研磨を行うためには高度な技術を必要とするため、作業効率を上げることが困難で、工程管理が複雑になるという問題点もあった。

## 【0013】

本発明はコア径の異なる光ファイバ同士のスポットサイズを安定して最適化した光ファイバ部品とその製造方法を提供するものである。

## 【0014】

## 【課題を解決するための手段】

本発明は前記した課題を解決するために次のような構成とする。

## 【0015】

まず第1の発明は、コア径の異なる光ファイバ同士のスポットサイズを変換するための光ファイバ部品であって、前記光ファイバ部品は光の入出射端面を有するコア径の大きい光ファイバ、前記コア径の大きい光ファイバとコア径の小さい光ファイバとが融着接続された接続部、前記接続部近傍において前記コア径の小さい光ファイバのコア径が拡大されたスポットサイズ変換部及びコア径の小さい光ファイバが配置されている。

## 【0016】

また、前記スポットサイズ変換部における屈折率分布が前記光ファイバの長手軸方向に連続的に変化し、前記コア径が大きい光ファイバとコア径が小さい光ファイバのスポットサイズが前記接続部において整合している。

## 【0017】

さらに、前記スポットサイズ変換部の前記接続部における比屈折率差がコア径の大きい光ファイバの比屈折率差と実質的に同一の比屈折率差を有している。

## 【0018】

さらに、前記光ファイバ部品はフェルール内部に前記コア径の大きい光ファイバ、接続部、スポットサイズ変換部及びコア径の小さい光ファイバが共に配置されたものである。



## 【0019】

次に第2の発明は、コア径の異なる光ファイバ同士のスポットサイズを変換するための光ファイバ部品の製造方法であって、コア径の大きい光ファイバとコア径の小さい光ファイバを融着接続して接続部とし、前記接続部近傍を加熱してコア径の小さい光ファイバに含有されているドーパントを拡散させることにより前記コア径を拡大してスポットサイズ変換部を形成し、しかる後コア径の大きい光ファイバの任意の位置を切断して前記切断面を光の入出射端面として前記コア径の大きい光ファイバ、接続部、スポットサイズ変換部及びコア径の小さい光ファイバを共に前記光ファイバ部品の内部に配置するようにしたものである。

## 【0020】

また、前記ドーパントを加熱拡散させてコア径の小さい光ファイバの前記コア径を拡大してスポットサイズ変換部を形成する場合、前記スポットサイズ変換部における屈折率分布が前記光ファイバの長手軸方向に連続的に変化させ、前記コア径が大きい光ファイバとコア径が小さい光ファイバのスポットサイズが前記接続部において整合するまで前記接続部近傍を加熱するものである。

## 【0021】

さらに、前記ドーパントを加熱拡散させてコア径の小さい光ファイバの前記コア径を拡大してスポットサイズ変換部を形成する場合、前記スポットサイズ変換部の比屈折率差が前記接続部において前記コア径の大きい光ファイバの比屈折率差と実質的に同一の比屈折率差になるまで加熱を行うものである。

## 【0022】

さらに、前記ドーパントを拡散させてコア径の小さい光ファイバの前記コア径を拡大してスポットサイズ変換部を形成する場合、前記接続部の接続損失を監視しながら加熱を行うものである。

## 【0023】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について具体例を用いて説明する。

## 【0024】

図1は本発明のスポットサイズ変換用光ファイバ部品の縦断面図である。図1

において、コア径の大きい光ファイバ1はコア1a及びクラッド1bからなり、コア1aには屈折率を上昇させるためのドーパントであるGeがドーピングされ、クラッドは純粋石英である。この光ファイバ1は通常の通信ネットワークに使用されるシングルモードファイバと同じもので比屈折率差は0.3%である。

#### 【0025】

一方コア径の小さい高 $\Delta$ 光ファイバ2はコア2a及びクラッド2bからなり、コア2aにはやはりGeがドーピングされ、クラッドは純粋石英である。コア2aにドーピングされているGeのドーピング量は光ファイバ1のコア1aにドーピングされているGeのドーピング量よりも多く、高 $\Delta$ 光ファイバ2は曲げに強い光ファイバとなっている。高 $\Delta$ 光ファイバ2もシングルモードファイバであり、比屈折率差は0.5~2.5%である。高 $\Delta$ 光ファイバ2をどの程度の比屈折率差にするかはこの光ファイバをどのような場所に実装するかなどにより決まってくるため、その布設環境に応じて最も適した比屈折率差を選択すればよい。

#### 【0026】

光ファイバ1と高 $\Delta$ 光ファイバ2は接続部3において融着接続されている。そしてこの接続部3近傍の高 $\Delta$ 光ファイバ2のコア径が拡大されてスポットサイズ変換部4が形成されている。スポットサイズ変換部4は接続部3近傍を加熱して高 $\Delta$ 光ファイバ2のコア2aにドーピングされているGeをクラッド2bに拡散させてコア2aのコア径を拡大させたもので、スポットサイズ変換部4において屈折率分布が高 $\Delta$ 光ファイバ2の長手軸方向に連続的に変化している。また光ファイバ1と高 $\Delta$ 光ファイバ2の比屈折率差が接続部3において実質的に同一になっている。このような構成にすると光ファイバ1と高 $\Delta$ 光ファイバ2との間のスポットサイズの不整合による接続損失の増大がなくなる。

#### 【0027】

そして、接続部3とスポットサイズ変換部4は共にフェルール5の内部に位置するように配置されており、フェルール5において光が入出射する側にはコア径の大きい光ファイバ1が配置され、光の入出射端面6が形成されている。光ファイバ1は通常の通信ネットワークに使用されている光ファイバと比屈折率差が同一であるために、例えば入出射端面6の部分で通信ネットワークに使用されてい

る光ファイバと接続しても接続損失の増大を招くことはない。

#### 【0028】

ここで、本実施の形態ではコアに屈折率を上昇させるドーパントであるGeをドープした光ファイバを例にとって説明したが、Geに限定することなく他のドーパントでも差し支えない。また、例えばクラッドに屈折率を低下させるドーパントであるFをドープした光ファイバでも同様の構成をとることができる。

#### 【0029】

次に本発明のスポットサイズ変換用光ファイバ部品の製造方法について説明する。図2は本発明のスポットサイズ変換用光ファイバ部品の製造方法の工程を説明する図である。なお、図1において説明した個所と同一の個所は同一の番号で表すこととする。図2(a)において、光ファイバ1はコア1aにGeがドープされ、クラッド1bが純粋石英である比屈折率差0.3%の通常の通信ネットワークに用いられるシングルモードファイバである。また、高Δ光ファイバ2はやはりコア2aにGeがドープされ、クラッド2bが純粋石英である比屈折率差が0.5~2.5%のシングルモードファイバである。この光ファイバ1と高Δ光ファイバ2との端面を突き合わせて融着接続を行う。

#### 【0030】

なお、光ファイバ1と高Δ光ファイバ2の外径は同一であってもまた異なる外径同士であっても差し支えない。本実施の形態では同一の外径同士の光ファイバの接続について説明しているが、例えば、一方が通常の外径125μmの光ファイバ、他方が外径115μmの光ファイバに非剥離性の樹脂を被覆したS-Tylus（昭和電線電纜（株）登録商標）のようなものであってもよい。

#### 【0031】

融着接続を行うと接続部3では光ファイバの外径は同一になるが、コア径はそれぞれ異なる状態で接続される。実際には高Δ光ファイバ2のコア径2aは融着接続時の熱により若干コア径が拡大されるが本発明の目的に対しては不十分である。本発明に必要なスポットサイズ変換部の長さLは、例えばコア径の大きい光ファイバのコア径とコア径の小さい光ファイバのコア径の比 $\gamma = 2$ とすると（例えば10μmと5μmのような場合）、1~2mm必要になる。

## 【0032】

このようにして融着接続後図2 (b) において、接続部3近傍をバーナやヒータあるいは放電等の加熱手段7により加熱する。加熱する範囲は数mm程度であるが、加熱範囲、加熱時間、加熱温度等の条件は拡大すべきコア径の大きさに応じて適宜定めればよい。この時スポットサイズ変換部4における屈折率分布が高 $\Delta$ 光ファイバ2の長手軸方向に連続的に変化させ、光ファイバ1と高 $\Delta$ 光ファイバ2のスポットサイズが前記接続部において整合するまで加熱することが好ましい。また光ファイバ1と高 $\Delta$ 光ファイバ2の比屈折率差が実質的に同一になるまで高 $\Delta$ 光ファイバ2のコア2aを拡大させ、スポットサイズ変換部4を形成するとよい。このように光ファイバ1と高 $\Delta$ 光ファイバ2のスポットサイズが整合するようにしたり光ファイバ1と高 $\Delta$ 光ファイバ2の比屈折率差が実質的に同一になるようにするには接続部3の接続損失を加熱中常時監視するようにし、接続部3の接続損失が最も小さくなった時点で加熱を中止するとよい。なお、前記したS-Ty1usの場合、外径が通常の光ファイバより細いため熱伝導率が良くなり、コア径の拡大効果が向上し、作業効率が良くなる。

## 【0033】

そして、図2 (c) に示すように、光ファイバ1の任意の位置を切断刃8により切断して光の入出射端面6とする。光ファイバ1の切断箇所は接続部3及びスポットサイズ変換部4が共にフェルール内に位置するように適切な長さのところで切断すればよい。その後図1に示すフェルール5に光ファイバ1、接続部3、スポットサイズ変換部4及び高 $\Delta$ 光ファイバ2が共に内部に配置してから入出射端面6を研磨して本発明の光ファイバ部品とする。この光ファイバ部品は図示しない光コネクタに装着されるなどして通常の光ファイバと高 $\Delta$ 光ファイバとのコネクタ接続等に用いられる。

## 【0034】

図3は前記した接続部3の接続損失を測定した結果であるが、コア径を拡大する際の加熱時に接続損失を監視して、最も接続損失が低くなった時点で加熱を中止した時の損失である。加熱温度は1400℃、加熱時間は最も接続損失が低くなるまでの時間であるので多少のばらつきがあり、数分から数十分である。図3

によれば接続損失は平均値で 0.025 dB、最大値でも 0.06 dB であり、従来のスポットサイズの不整合による接続損失に比べると極めて低い値である。

#### 【0035】

即ち本発明は、従来のようにコア径を拡大した後にその拡大部を切断して通信ネットワークに使用される通常の光ファイバと融着接続やコネクタ接続したりするとコア径の拡大部を切断する個所が安定せず、接続損失にばらつきが生じたり、高精度な切断技術や研磨技術が必要であるという問題点を解消するために、まずコア径の異なる通常の光ファイバと高 $\Delta$ 光ファイバを融着接続し、その後コア径の小さい高 $\Delta$ 光ファイバのコア径を拡大させてから適切なスポットサイズ変換部を形成し、しかる後コア径の大きい光ファイバの任意の位置を切断して光ファイバ部品を構成している。本発明の光ファイバ部品に用いられるコア径の大きい光ファイバは通信ネットワークに使用される光ファイバと同一のコア径を有しており、しかもこのコア径が長手方向に均一であるために切断個所を定めるのに高度な技術を必要とせず、またこのコア径の大きい光ファイバを入出射端面側に配置しているので、通信ネットワークに使用される光ファイバと同種の光ファイバ同士の接続となるので、例えば光コネクタ等により通常の光ファイバと高 $\Delta$ 光ファイバとを接続する場合でも接続損失の増大が抑制でき、特性の安定した光ファイバ部品が得られる。

#### 【0036】

##### 【発明の効果】

上記したように本発明のスポットサイズ変換用光ファイバ部品及びその製造方法によれば、高度な技術を必要とすることなく最適なスポットサイズ変換部を有する光ファイバ部品を製造することができ、通信ネットワークに使用される通常の光ファイバと接続する場合でも接続損失の増大を招くことのない光ファイバ部品を提供することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明の一実施の形態を表した図である。

##### 【図2】

本発明の製造方法の実施の形態を表した図である。

【図 3】

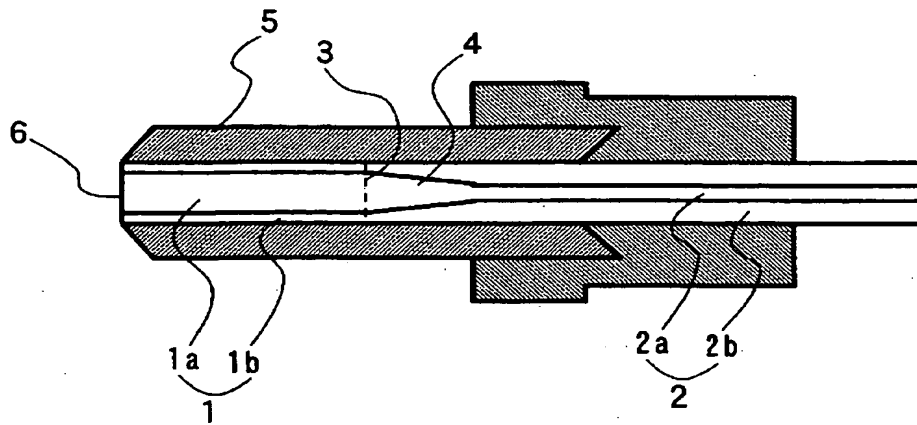
本発明の光ファイバ部品の接続損失を表した図である。

【符号の説明】

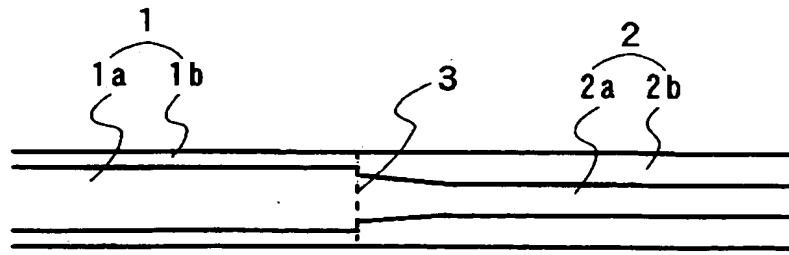
- 1 . . . 光ファイバ
- 2 . . . 高 $\Delta$ 光ファイバ
- 3 . . . 接続部
- 4 . . . スポットサイズ変換部
- 5 . . . フェルール
- 6 . . . 入出射端面
- 7 . . . 加熱手段
- 8 . . . 切断刃

【書類名】 図面

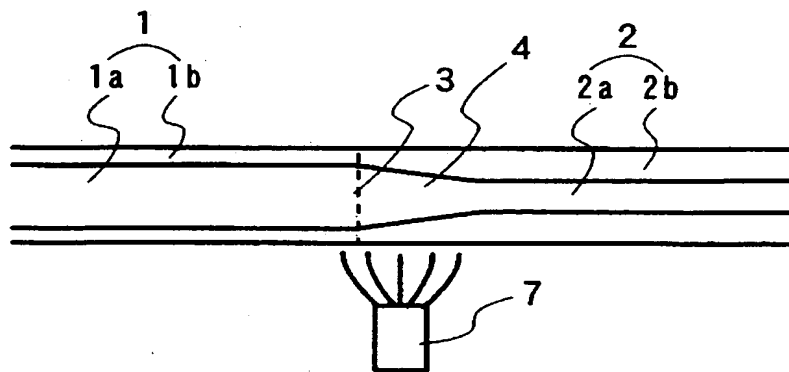
【図 1】



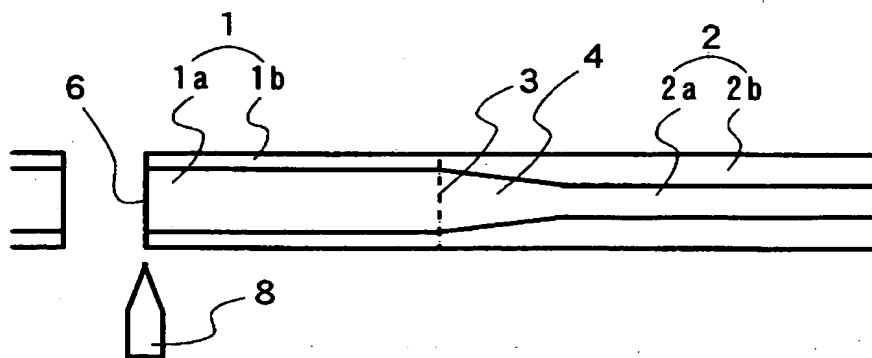
【図 2】



(a)



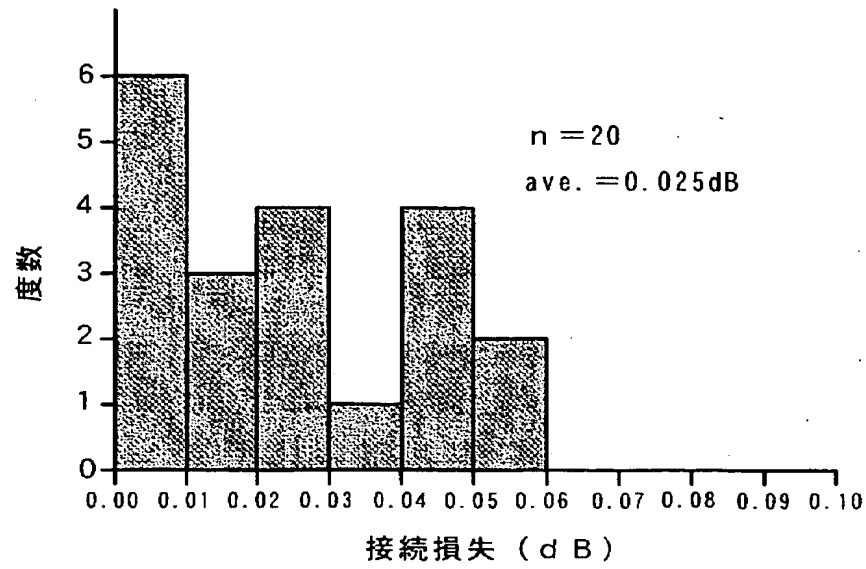
(b)



(c)



【図 3】



**【書類名】 要約書****【要約】**

**【解決手段】** コア径の大きい光ファイバ1とコア径の小さい高 $\Delta$ 光ファイバ2を融着接続し、接続部3近傍を加熱してコア2aのコア径を拡大してスポットサイズ変換部4を形成して光ファイバ1と高 $\Delta$ 光ファイバ2のスポットサイズを整合させたり実質的に比屈折率差を同一にする。次いで光ファイバ1の任意の位置を切断して前記接続部3とスポットサイズ変換部4をフェルール5の内部に位置するようにし、光ファイバ1をフェルール5の入出射端面側に配置して光ファイバ部品とする。コア2aのコア径を拡大する際に接続部3の接続損失を監視しながら行うとよい。

**【効果】** 高度な技術を必要とすることなく最適なスポットサイズ変換部を有する光ファイバ部品を製造することができ、通信ネットワークに使用される通常の光ファイバと接続する場合でも接続損失の増大を招くことのない光ファイバ部品を提供することができる。

**【選択図】 図1**

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-372525
受付番号	50201951524
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成14年12月25日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年12月24日

次頁無

特願 2002-372525

出願人履歴情報

識別番号

[000002255]

1. 変更年月日

1990年 8月24日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県川崎市川崎区小田栄2丁目1番1号

氏 名

昭和電線電纜株式会社